

Method for casting molten metals, in particular magnesium, with a low-pressure casting device

Patent Number: DE3214922
Publication date: 1983-11-03
Inventor(s): ALLGEIER ERICH ING GRAD (DE); ZUPANC MARIAN (DE); DUBEC JOHANN (DE)
Applicant(s): NORISK HYDRO MAGNESIUM (DE)
Requested Patent: ☐ DE3214922
Application Number: DE19823214922 19820422
Priority Number(s): DE19823214922 19820422
IPC Classification: B22D18/04
EC Classification: B22D18/04
Equivalents:

Abstract

A description is given of a method for casting molten metals, in particular magnesium, with a low-pressure casting device (1). The low-pressure casting device (1) has a casting mould (2), a heatable crucible (3) for holding a metal melt (4) to be cast, a metering vessel (7) arranged in the crucible (3), a riser (11), starting from the metering vessel (7), preferably extending vertically upwards, and having a mouthpiece for connection to a gate (12) of the casting mould (2); a heating jacket (13) surrounding the riser (11) and a pressure line (14) connected to the metering vessel (7). To pump the molten metal into the casting mould (2), a pressurised gas is introduced into the metering vessel (7) via the pressure line (14). According to the invention, relatively great compaction of the metal and largely void-free castings of high mechanical strength are obtained by the fact that the molten metal is pumped at a delivery pressure of 0.5 to 6.0 bar, preferably

0.6 to 2.0 bar, in particular 0.6 to 1.2 bar. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 14 922.0
22 Anmeldetag: 22. 4. 82
43 Offenlegungstag: 3. 11. 83

DE 32 14 922 A 1

71 Anmelder:

Norsk Hydro Magnesiumgesellschaft mbH, 4300
Essen, DE

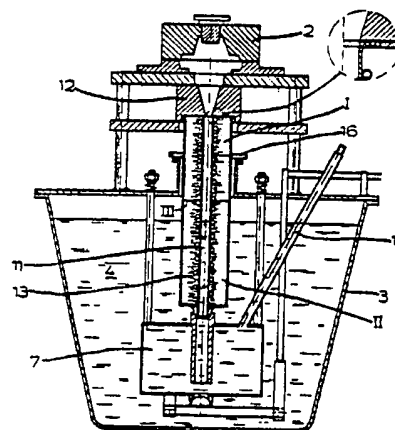
72 Erfinder:

Allgeier, Erich, Ing.(grad.); Dubec, Johann, 4300
Essen, DE; Zupanc, Marian, 4250 Bottrop, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Magnesium, mit einer Niederdruck-Gießvorrichtung

Beschrieben ist ein Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Magnesium, mit einer Niederdruck-Gießvorrichtung (1). Dabei weist die Niederdruck-Gießvorrichtung (1) eine Gießform (2), einen beheizbaren Tiegel (3) zur Aufnahme einer zu gießenden Metallschmelze (4), einen in dem Tiegel (3) angeordneten Dosierbehälter (7), eine von dem Dosierbehälter (7) ausgehende, vorzugsweise vertikal nach oben verlaufende Steigleitung (11) mit einem Mundstück zum Anschluß an einen Anguß (12) der Gießform (2); einen die Steigleitung (11) umgebenden Heizmantel (13) und eine an dem Dosierbehälter (7) angeschlossene Druckleitung (14) auf. Zum Fördern des flüssigen Metalles in die Gießform (2) wird ein Druckgas über die Druckleitung (14) in den Dosierbehälter (7) eingeleitet. Erfindungsgemäß wird eine relativ starke Verdichtung des Metalles und werden weitgehend porenfreie Gußstücke hoher mechanischer Festigkeit dadurch erreicht, daß das flüssige Metall mit einem Förderdruck von 0,5 bis 6,0 bar, vorzugsweise von 0,6 bis 2,0 bar, insbesondere von 0,6 bis 1,2 bar, gefördert wird. (32 14 922)



DE 32 14 922 A 1

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Magnesium, mit einer Niederdruck-Gießvorrichtung, wobei die Niederdruck-Gießvorrichtung eine Gießform, einen beheizbaren Tiegel zur Aufnahme einer zu gießenden Metallschmelze, einen in dem Tiegel angeordneten Dosierbehälter, eine von dem Dosierbehälter ausgehende, vorzugsweise vertikal nach oben verlaufende Steigleitung mit einem Mundstück zum Anschluß an einen Anguß der Gießform, einen die Steigleitung umgebenden Heizmantel und eine an den Dosierbehälter angeschlossene Druckleitung aufweist, bei dem zum Fördern des flüssigen Metalles in die Gießform ein Druckgas über die Druckleitung in den Dosierbehälter eingeleitet wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das flüssige Metall mit einem Förderdruck von 0,5 bis 6,0 bar, vorzugsweise von 0,6 bis 2,0 bar, insbesondere von 0,6 bis 1,2 bar, gefördert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Metall in der Steigleitung, insbesondere auch im Bereich des Mundstückes, auf einer Temperatur von 950 bis 1.100 K, vorzugsweise von etwa 1.050 K gehalten wird.
3. Niederdruck-Gießvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, wobei vorzugsweise der Heizmantel ein Mantelrohr und eine innerhalb des Mantelrohres angeordnete, die Steigleitung schraubenlinienförmig umgebende Widerstandsheizleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizleistung des Heizmantels (13) oberhalb der Metallschmelze (4) im Tiegel (3) größer ist als in der Metallschmelze (4).
4. Niederdruck-Gießvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsheizleitung (16) mindestens einmal, vorzugsweise etwa in Höhe

der Oberfläche der Metallschmelze (4) aufgetrennt und der Strom durch mindestens einen Teil der Widerstandsheizleitung (16) separat einstellbar ist.

5. Niederdruck-Gießvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizmantel mindestens eine Zusatz-Widerstandsheizleitung aufweist und der Strom durch die Zusatz-Widerstandsheizleitung unabhängig vom Strom durch die Widerstandsheizleitung einstellbar ist.

6. Niederdruck-Gießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der spezifische Widerstand der Widerstandsheizleitung im Bereich oberhalb der Metallschmelze größer ist als in der Metallschmelze.

7. Niederdruck-Gießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungsdichte der Widerstandsheizleitung im Bereich oberhalb der Metallschmelze größer ist als in der Metallschmelze.

8. Niederdruck-Gießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (15) des Heizmantels (13) an seiner der Gießform (2) bzw. dem Mundstück zugewandten Stirnseite großflächig an der Gießform (2) bzw. dem Mundstück zur Anlage kommt.

9. Niederdruck-Gießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Mantelrohr (15) des Heizmantels (13) und der Gießform (2) bzw. dem Mundstück eine relativ dünne, thermisch gut isolierende Zwischenscheibe (17) vorgesehen ist.

82.100, re

Essen, den 7. April 1982

P a t e n t a n m e l d u n g

der Firma

Norsk Hydro
Magnesiumgesellschaft mbH
Kuglerstraße 5

4300 Essen 1

betreffend ein

"Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere
von Magnesium, mit einer Niederdruck-Gießvorrichtung"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Magnesium, mit einer Niederdruck-Gießvorrichtung, wobei die Niederdruck-Gießvorrichtung eine Gießform, einen beheizbaren Tiegel zur Aufnahme einer zu gießenden Metallschmelze, einen in dem Tiegel angeordneten Dosierbehälter, eine von dem Dosierbehälter ausgehende, vorzugsweise vertikal nach oben verlaufende Steigleitung mit einem Mundstück zum Anschluß an einen Anguß der Gießform, einen die Steigleitung umgebenden Heizmantel und eine an den Dosierbehälter angeschlossene Druckleitung aufweist, bei dem zum Fördern des flüssigen Metalles in die Gießform ein Druckgas über die Druckleitung in den Dosierbehälter eingeleitet wird. Gegenstand der Erfindung ist auch eine entsprechende Niederdruck-Gießvorrichtung als solche.

Bei den Gießverfahren für flüssige Metalle, insbesondere für Aluminium, Magnesium usw., unterscheidet man zwischen Schwerkraftguß, Niederdruckguß und Druckguß (vgl. Bertram: "Das Niederdruck-Kokillengießverfahren für Leichtmetalllegierungen", Gießerei 1962, Seiten 332 ff.). Während beim Schwerkraftguß die Metallschmelze unter dem Einfluß der Schwerkraft in die Gießform fließt und unter normalem Luftdruck erstarrt, wird beim Niederdruckguß die Metallschmelze durch einen verhältnismäßig geringen Förderdruck in die Gießform gehoben, wo sie unter dem Förderdruck erstarrt; der Niederdruckguß erfolgt also in der Regel steigend. Beim Druckguß schließlich gelangt die Metallschmelze unter relativ hohem Förderdruck in die Gießform, wobei dieser hohe Förderdruck bis zur vollständigen Erstarrung aufrecht erhalten wird.

Der Niederdruckguß ist bislang besonders häufig zum Gießen von Aluminium angewandt worden, wobei der erreichte Förderdruck hier bei etwa 0,2 bis 0,3 bar liegt. Wegen dieses geringen Förderdruckes muß die Temperatur der Metallschmelze am Mundstück und im Anguß der Gießform relativ hoch sein, damit keine vorzeitige Abkühlung unter die Schmelztemperatur erfolgen kann, die zu Verstopfungen und Gießfehlern führen würde. Beim Niederdruckguß sind

daher Temperaturen von 950 bis 1.100 K, zumeist von etwa 1.000 K in der Steigleitung der Niederdruck-Gießvorrichtung der Normalfall. Höhere Förderdrücke als 0,2 bis 0,3 bar sind mit bekannten Niederdruck-Gießvorrichtungen nicht erreichbar, da bei den bekannten Niederdruck-Gießvorrichtungen der Förderdruck auf die relativ große Oberfläche der Metallschmelze im Tiegel wirkt (vgl. beispielsweise die DE-OS 29 47 602).

Beim Druckguß werden Förderdrücke von mindestens 25 bar erreicht (vgl. Lueger "LEXIKON DER TECHNIK", Band 5 "Lexikon der Hüttentechnik", DVA, Stuttgart 1963, Seiten 141/142). Wegen dieser hohen Förderdrücke kann die Temperatur der Metallschmelze bzw. des geförderten Metalles geringer sein, da die Gefahr von Verstopfungen im Mundstück bzw. im Anguß der Gießform nicht so groß ist wie beim Niederdruckguß. Übliche Temperaturen in der Steigleitung liegen hier für Magnesium oder Aluminium bei etwa 900 K. Einerseits hat der Druckguß gegenüber dem Niederdruckguß den Vorteil einer stärkeren Verdichtung des Metalles, andererseits ist der Druckguß jedoch technisch erheblich aufwendiger als der Niederdruckguß, insbesondere in apparativer Hinsicht.

Im übrigen ist noch eine Niederdruck-Gießvorrichtung der eingangs erläuterten Art bekannt (vgl. die DE-OS 30 23 262), bei der Druckgas zum Fördern des flüssigen Metalles nur in einen in der Metallschmelze eintauchenden Dosierbehälter eingeleitet wird, so daß das Druckgas nur auf die relativ kleine Oberfläche der Metallschmelze in dem Dosierbehälter wirkt. Auch diese Niederdruck-Gießvorrichtung wird aber in der Praxis nur mit 0,2 bis 0,3 bar Förderdruck betrieben.

Ausgehend von dem zuvor erläuterten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Gießen von flüssigen Metallen und eine Niederdruck-Gießvorrichtung anzugeben, mit dem bzw. mit der weitgehend verdichtete und porenfreie, mechanisch feste Gußstücke herstellbar sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem die zuvor aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Metall mit einem Förderdruck von 0,5 bis 6,0 bar, vorzugsweise von 0,6 bis 2,0 bar, insbesondere von 0,6 bis 1,2 bar, gefördert wird. Das flüssige Metall wird dabei in der Steigleitung, insbesondere auch im Bereich des Mundstückes, zweckmäßigerweise auf einer Temperatur von 950 bis 1.100 K, vorzugsweise von etwa 1.050 K gehalten.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß dann, wenn der Förderdruck auf eine relativ kleine Oberfläche wirkt, höhere Förderdrücke verwirklicht werden können. In der bekannten, eingangs angesprochenen Niederdruck-Gießvorrichtung mit einem in dem Tiegel für die Metallschmelze angeordneten abgeschlossenen Dosierbehälter ist nun eine relativ kleine Oberfläche einer Metallschmelze gewährleistet. Diese Niederdruck-Gießvorrichtung bietet also alle Voraussetzungen für die Verwirklichung der erfindungsgemäßen Lehre. Der erfindungsgemäß erreichte Druckbereich für den Förderdruck bedingt praktisch keinen apparativen Mehraufwand gegenüber dem bekannten Niederdruckguß bei 0,2 bis 0,3 bar, jedoch wird eine deutlich stärkere Verdichtung der Gußstücke erreicht; es werden weitgehend porenfreie und mechanisch sehr feste Gußstücke erreicht.

Die Lehre der Erfindung umfaßt auch eine Niederdruck-Gießvorrichtung zur Durchführung des zuvor erläuterten Verfahrens, wobei bei dieser Niederdruck-Gießvorrichtung der Heizmantel vorzugsweise ein Mantelrohr und eine innerhalb des Mantelrohres angeordnete, die Steigleitung schraubenlinienförmig umgebende Widerstandsheizleitung aufweist. Die Beheizung der Steigleitung über eine elektrische Widerstandsheizung ist nicht die einzige Möglichkeit, jedoch in der Praxis besonders problemlos zu verwirklichen. Erfindungsgemäß ist, unabhängig von der Art der Beheizung der Steigleitung, jedenfalls die Heizleistung des Heizmantels oberhalb der Metallschmelze im Tiegel größer als in der Metallschmelze. Diese Ausgestaltung der Nieder-

druck-Gießvorrichtung trägt der Tatsache Rechnung, daß in der Metallschmelze die Steigleitung sowieso ungefähr auf der Temperatur des flüssigen Metalles der Metallschmelze liegt. Über die zusätzliche Heizleistung des Heizmantels muß lediglich eine geringe Temperaturdifferenz ausgeglichen werden. Oberhalb der Metallschmelze und insbesondere oberhalb des Tiegels verläuft die Steigleitung praktisch frei, so daß die Temperatur in der Steigleitung praktisch vollständig über die Heizleistung des Heizmantels erhalten werden muß.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die zuvor grundsätzlich erläuterte Lehre der Erfindung in vorrichtungsmäßiger Hinsicht zu realisieren, was im folgenden nur beispielhaft erläutert werden soll.

Zunächst besteht eine erste Möglichkeit darin, dann wenn eine Widerstandsheizleitung vorgesehen ist, die Widerstandsheizleitung mindestens einmal, vorzugsweise etwa in Höhe der Oberfläche der Metallschmelze aufzutrennen und den Strom durch mindestens einen Teil der Widerstandsheizleitung separat einstellbar zu halten. Je nach dem steuerungstechnischen oder regelungstechnischen Aufwand, den man treiben will bzw. muß, kann mit dieser Konstruktion eine nahezu optimale Anpassung an alle Gegebenheiten im Bereich der Steigleitung erfolgen. Insbesondere läßt sich auf diese Weise die Temperatur des flüssigen Metalles im Mundstück und/oder im Anguß der Gießform ohne allzu großen Energieaufwand so hoch halten, daß Verstopfungen hier nicht zu befürchten sind.

Eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Niederdruck-Gießvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Heizmantel mindestens eine Zusatz-Widerstandsheizleitung aufweist und der Strom durch die Zusatz-Widerstandsheizleitung unabhängig vom Strom durch die Widerstandsheizleitung einstellbar ist. Ist die Temperatur der Metallschmelze als solche hoch genug, so könnte man bei dieser Version einer Niederdruck-Gießvorrichtung sogar auf

die Widerstandsheizleitung selbst verzichten, also praktisch nur oberhalb der Metallschmelze überhaupt eine zusätzliche Heizung verwirklichen. In der Regel ist es aber energiemäßig ungünstig, das große Volumen der Metallschmelze im Tiegel höher als notwendig aufzuheizen. Dementsprechend wird man meist bei der Konstruktion mit einer zusätzlichen Beheizung der Steigleitung auch in der Metallschmelze verbleiben.

Eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Niederdruck-Gießvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der spezifische Widerstand der Widerstandsheizleitung im Bereich oberhalb der Metallschmelze größer ist als in der Metallschmelze. Der spezifische Widerstand der Widerstandsheizleitung kann oberhalb der Metallschmelze beispielsweise dadurch vergrößert werden, daß der Querschnitt der Widerstandsheizleistung verringert wird. Eine unabhängige Steuerung der verschiedenen Bereiche der Widerstandsheizleitung ist allerdings hier nicht möglich.

Eine weitere Möglichkeit der Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Niederdruck-Gießvorrichtung besteht schließlich darin, die Windungsdichte der Widerstandsheizleitung im Bereich oberhalb der Metallschmelze größer als in der Metallschmelze zu wählen. Hier sind die Verhältnisse ähnlich wie bei der zuvor erläuterten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Niederdruck-Gießvorrichtung, insbesondere ist auch hier keine unabhängige Steuerung der verschiedenen Bereiche der Widerstandsheizleitung möglich.

Nach einer weiteren Lehre der Erfindung, der besondere Bedeutung zukommt, kommt das Mantelrohr des Heizmantels an seiner der Gießform bzw. dem Mundstück zugewandten Stirnseite großflächig an der Gießform bzw. dem Mundstück zur Anlage. Dabei empfiehlt es sich, zwischen dem Mantelrohr des Heizmantels bzw. dem Mundstück einerseits und der Gießform andererseits eine relativ dünne, thermisch gut isolierende Zwischenscheibe vorzusehen, - so daß zwar das Metall auch am oberen Ende der Steigleitung einwandfrei flüssig ge-

halten werden kann, die Gießform bzw. das Mundstück jedoch nicht durch den Heizmantel aufgeheizt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt im Schnitt schematisch eine Niederdruck-Gießvorrichtung.

Die in der einzigen Figur dargestellte Niederdruck-Gießvorrichtung 1 ist zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere zum Gießen von Magnesium bestimmt. Diese Niederdruck-Gießvorrichtung 1 weist eine Gießform 2 und einen beheizbaren Tiegel 3 zur Aufnahme einer zu gießenden Metallschmelze 4 auf. Die Beheizung des Tiegels 3 ist in der Figur nicht dargestellt. Der Tiegel 3 ist über einen Deckel 5 weitgehend gasdicht verschlossen. Oberhalb der Metallschmelze 4 im Tiegel 3 ist eine Schutzgasatmosphäre 6 verwirklicht. Als Schutzgas kommt bei einer Magnesiumschmelze SF_6 , SO_2 od. dgl. in Frage.

In dem Tiegel 3 mit der Metallschmelze 4 ist in die Metallschmelze 4 eingetaucht ein Dosierbehälter 7 angeordnet. Dieser Dosierbehälter 7 ist am Deckel 5 über Tragstreben 8 befestigt. An seiner Unterseite weist der Dosierbehälter 7 ein Einlaßventil 9 auf, das über ein Betätigungsgestänge 10 betätigbar ist. Das Einlaßventil 9, seine Halterung und seine Betätigung sind in der DE-AS 24 49 685 ausführlich beschrieben, bedürfen hier daher keiner Erläuterung. Es sei nur darauf hingewiesen, daß das Einlaßventil 9 als Rückschlagventil ausgeführt sein kann.

Von dem Dosierbehälter 7 geht eine vertikal nach oben verlaufende Steigleitung 11 aus. Diese Steigleitung 11 ist mit einem in der einzigen Figur nicht dargestellten Mundstück zum Anschluß an einen Anguß 12 der Gießform 2 versehen. Zwischen dem Dosierbehälter 7 und der Steigleitung 11 ist ein weiteres, in der einzigen Figur nicht dargestelltes Rückschlagventil ange-

ordnet. Ein derartiges Rückschlagventil ist beispielsweise in der DE-OS 30 12 047 beschrieben. Ein weiteres Rückschlagventil ist zwischen der Steigleitung 11 und dem Anguß 12 der Gießform 2, beispielsweise im Bereich des nicht dargestellten Mundstückes, angeordnet. Auch dieses Rückschlagventil ist in der einzigen Figur nicht eingezeichnet, es darf aber hier auf die DE-OS 30 23 262 verwiesen werden.

Die Steigleitung 11 ist von einem Heizmantel 13 umgeben. Außer der Steigleitung 11 ist an den Dosierbehälter 7 noch eine Druckleitung 14 angeschlossen, über die ein Druckgas, in erster Linie ein Inertgas, in den Dosierbehälter 7 eingeleitet werden kann.

Der Heizmantel 13 um die Steigleitung 11 weist schließlich noch ein Mantelrohr 15 und eine innerhalb des Mantelrohres 15 angeordnete, die Steigleitung 11 schraubenlinienförmig umgebende Widerstandsheizleitung 16 auf, die mit einer nicht dargestellten Stromquelle zur elektrischen Widerstandsheizung verbunden ist.

Die Heizleistung des Heizmantels 13 oberhalb der Metallschmelze 4 im Tiegel 3 ist größer als in der Metallschmelze 4, wozu die Widerstandsheizleitung 16 etwa in Höhe der Oberfläche der Metallschmelze 4 aufgetrennt ist und der Strom durch jeden Teil der Widerstandsheizleitung 16 separat einstellbar ist. Die beiden Teile der Widerstandsheizleitung 16 sind in der Figur mit I und II bezeichnet und durch eine strichpunktierte Linie III voneinander getrennt.

Schließlich zeigt die Figur noch insoweit eine besondere Ausführungsform einer Niederdruck-Gießvorrichtung 1, als das Mantelrohr 15 des Heizmantels 13 an seiner der Gießform 2 zugewandten Stirnseite großflächig an der Gießform 2 zur Anlage kommt, - und zwar unter Zwischenschaltung einer relativ dünnen, thermisch gut isolierenden Zwischenscheibe 17.

- 11 -

Die Funktionsweise der zuvor beschriebenen Niederdruck-Gießvorrichtung 1 ist folgende:

Durch das Einlaßventil 9 tritt flüssiges Metall, im dargestellten Ausführungsbeispiel Magnesium, aus der Metallschmelze 4 in das Innere des Dosierbehälters 7 ein. Zur dosierten Abgabe von flüssigem Metall wird der Dosierbehälter 7 von der Druckleitung 14 her mit einem Druckgas beaufschlagt, und zwar so, daß das flüssige Metall durch die Steigleitung 11 mit einem Förderdruck von 1.0 bis 1.5 bar in den Formhohlraum der Gießform 2 gefördert wird. Der Druck der Schutzgasatmosphäre 6 oberhalb der Metallschmelze 4 im Tiegel 3 bleibt bei diesem Fördern des flüssigen Metalles völlig unverändert auf dem Niveau des Atmosphärendruckes, da das Druckgas durch die Druckleitung 14 ausschließlich in den Dosierbehälter 7 eingeleitet wird.

Vermittels der Widerstandsheizleitung 16 wird zumindest im oberen Bereich der Steigleitung 11, also unmittelbar unterhalb des Angusses 12 der Gießform 2, eine Temperatur von etwa 1.050 K aufrechterhalten.

-12-
Leerseite

